

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-007408

(43)Date of publication of application : 08.01.2004

(51)Int.Cl.

H04B 1/44

H01P 1/15

(21)Application number : 2003-022004

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 30.01.2003

(72)Inventor : KENMOCHI SHIGERU  
WATANABE MITSUHIRO  
FUKAMACHI KEISUKE  
TADAI HIROYUKI

(30)Priority

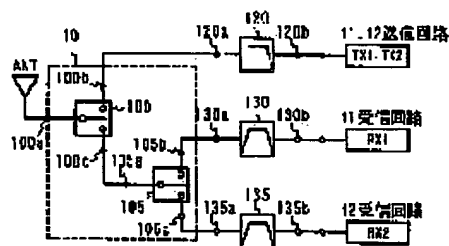
Priority number : 2002024029 Priority date : 31.01.2002 Priority country : JP

## (54) SWITCHING CIRCUIT AND COMPOSITE HIGH FREQUENCY COMPONENT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a switch circuit of composite high frequency components usable for portable telephones each capable of singly dealing with a plurality of communication systems whereby the leakage of transmission signals into reception circuits is very little.

**SOLUTION:** The switch circuit for selectively switching over connections of transmission circuits and reception circuits of two communication systems with an antenna circuit comprises a first switch for switching the connection of the antenna circuit with the transmission circuits of the first and second communication systems and the reception circuits of the first and second communication systems, and a second switch for switching the connection of the first switch with the reception circuits of the first and second communication systems. The second switch cuts off the connection of the reception circuit of the first communication system and the first switch when the transmission circuits of the first and second communication systems are connected with the antenna circuit.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-7408

(P2004-7408A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F1

テーマコード(参考)

H04B 1/44

H04B 1/44

5J012

H01P 1/15

H01P 1/15

5K011

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2003-22004 (P2003-22004)  
 (22) 出願日 平成15年1月30日(2003.1.30)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-24029 (P2002-24029)  
 (32) 優先日 平成14年1月31日(2002.1.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000005083  
 日立金属株式会社  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号  
 (72) 発明者 鋤持 茂  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号日立金属株式会社内  
 (72) 発明者 渡辺 光弘  
 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内  
 (72) 発明者 深町 啓介  
 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内  
 (72) 発明者 但井 裕之  
 鳥取県鳥取市南栄町70番地2号日立金属株式会社鳥取工場内

最終頁に続く

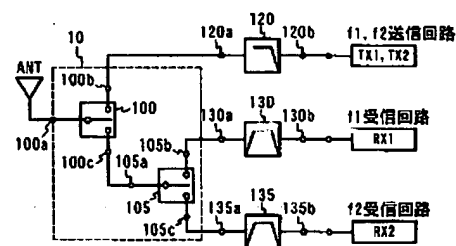
(54) 【発明の名称】 スイッチ回路及び複合高周波部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 1台で複数の通信システムに対応できる携帯電話に用いる複合高周波部品のスイッチ回路であって、送信信号の受信回路への漏洩が極めて小さいスイッチ回路を提供する。

【解決手段】 2つの通信システムの受信回路及び送信回路とアンテナ側回路との接続を選択的に切り換えるスイッチ回路は、前記アンテナ側回路と、前記第一及び第二の通信システムの送信回路側と、前記第一及び第二の通信システムの受信回路側との接続を切り換える第一のスイッチ部と、前記第一のスイッチ部と、前記第一の通信システムの受信回路と、前記第二の通信システムの受信回路との接続を切り換える第二のスイッチ部とを有し、前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時に、前記第二のスイッチ部が、前記第一の通信システムの受信回路と前記第一のスイッチ部との接続を切断している。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

2つの通信システムの受信回路又は送信回路（第一の通信システムの受信周波数帯と第二の通信システムの送信周波数帯とは一部重複する）とアンテナ側回路との接続を選択的に切り換えるスイッチ回路において、

2つのスイッチ部を有し、第一のスイッチ部は、前記アンテナ側回路と前記第一及び第二の通信システムの送信回路側との接続と、前記アンテナ側回路と前記第一及び第二の通信システムの受信回路側との接続を切り換えるものであり、第二のスイッチ部は、前記第一のスイッチ部と前記第一及び第二の通信システムの受信回路との間に接続され、前記第一のスイッチ部を介した前記アンテナ側回路と前記第一の通信システムの受信回路との接続と、前記第一のスイッチ部を介した前記アンテナ側回路と第二の通信システムの受信回路との接続を切り換えるものであり、

前記第一のスイッチ部の前記第一及び第二の通信システムの送信回路側には、前記第一及び第二の通信システムで共用する送信回路が接続され、

前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時に、前記第二のスイッチ部は、前記第一の通信システムの受信回路と前記第一のスイッチ部との接続を切断していることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項2】

請求項1に記載のスイッチ回路において、スイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子を有することを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項3】

請求項1又は2に記載のスイッチ回路において、前記第一のスイッチ部と前記第二のスイッチ部との間にキャパシタンス素子が介在していることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項4】

2つの通信システムの受信回路又は送信回路（第一の通信システムの受信周波数帯と第二の通信システムの送信周波数帯とは一部重複する）と、アンテナ側回路との接続を選択的に切り換えるスイッチ回路において、

前記スイッチ回路はスイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子を有するとともに、第一のスイッチ部と第二のスイッチ部とで構成され、前記第一のスイッチ部は、前記アンテナ側回路に接続する第一のポートと、前記第一及び第二の通信システムの送信回路に接続する第二のポートと、前記第二のスイッチ部と接続する第三のポートとを備え、前記第二のスイッチ部は、前記第一のスイッチ部とキャパシタンス素子を介して接続する第四のポートと、前記第一の通信システムの受信回路に接続する第五のポートと、前記第二の通信システムの受信回路に接続する第六のポートとを備え、

前記第四のポートと前記第五のポートとの間に第一のインダクタンス素子が配置されており、

前記第五のポートとグランドとの間に第一のスイッチング素子が配置されており、

前記第四のポートと前記第六のポートとの間に第二のスイッチング素子が配置されており、

前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時には、第一及び第二のスイッチング素子はON状態に制御されることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項5】

2つの通信システムの受信回路又は送信回路（第一の通信システムの受信周波数帯と第二の通信システムの送信周波数帯とは一部重複する）と、アンテナ側回路との接続を選択的に切り換えるスイッチ回路において、

前記スイッチ回路はスイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子を有するとともに、第一のスイッチ部と第二のスイッチ部とで構成され、前記第一のスイッチ部は、アンテナ側回路に接続する第一のポートと、前記第一及び第二の通信システムの送信回路に接続する第二のポートと、前記第二のスイッチ部と接続する第三のポートとを備え、前記第二のスイッチ部は、前記第一のスイッチ部とキャパシタンス素子を介して接続

する第四のポートと、前記第一の通信システムの受信回路に接続する第六のポートと、前記第二の通信システムの受信回路に接続する第五のポートとを備え、  
前記第四のポートと前記第五のポートとの間に第一のインダクタンス素子が配置されており、  
前記第五のポートとグラウンドとの間に第一のスイッチング素子が配置されており、  
前記第四のポートと前記第六のポートとの間に第二のスイッチング素子が配置されており、  
前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時には、前記第一及び第二のスイッチング素子とはOFF状態に制御されることを特徴とするスイッチ回路。

10

## 【請求項6】

請求項4又は5に記載のスイッチ回路において、前記第一のスイッチ部は、前記第一のポートと前記第二のポートとの間に設けられた第三のスイッチング素子と、前記第一のポートと前記第三のポートとの間に設けられた第二のインダクタンス素子と、前記第三のポートとグラウンドとの間に設けられた第四のスイッチング素子とを具備し、前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時には、前記第三及び第四のスイッチング素子はON状態に制御されることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項7】

請求項1～6のいずれかに記載のスイッチ回路において、前記スイッチング素子がダイオード又はトランジスタであることを特徴とするスイッチ回路。

20

## 【請求項8】

請求項6に記載のスイッチ回路において、前記第四のスイッチング素子はダイオードであり、前記ダイオードとグラウンドとの間に第一のキャパシタンス素子が直列に配置されていることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項9】

請求項6に記載のスイッチ回路において、前記第一のスイッチング素子はダイオードであり、前記ダイオードとグラウンドとの間に第二のキャパシタンス素子を直列に配置されていることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項10】

請求項1～9のいずれかに記載のスイッチ回路において、前記第二のスイッチ部のスイッチング素子の動作電流が前記第一のスイッチ部のスイッチング素子の動作電流より低いことを特徴とするスイッチ回路。

30

## 【請求項11】

請求項10に記載のスイッチ回路において、前記第二のスイッチ部のスイッチング素子の動作電流が2.5 mA以下であることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項12】

請求項6に記載のスイッチ回路において、前記第一のインダクタンス素子と前記第二のインダクタンス素子は特性インピーダンスが異なる伝送線路により形成されていることを特徴とするスイッチ回路。

## 【請求項13】

請求項12に記載のスイッチ回路において、前記第一のインダクタンス素子を形成する伝送線路の特性インピーダンスは前記第二のインダクタンス素子を形成する伝送線路の特性インピーダンスより高いことを特徴とするスイッチ回路。

40

## 【請求項14】

請求項1～13のいずれかに記載のスイッチ回路を具備する複合高周波部品において、前記スイッチング素子、前記インダクタンス素子及び前記キャパシタンス素子は複数のセラミックスシートを積層してなる多層基板に内蔵又は搭載され、前記多層基板に形成された接続手段により接続されていることを特徴とする複合高周波部品。

## 【請求項15】

請求項14に記載の複合高周波部品において、前記第一のインダクタンス素子及び前記第

50

ニのインダクタンス素子は伝送線路として前記多層基板内の水平方向別領域に別々に形成されていることを特徴とする複合高周波部品。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の複合高周波部品において、前記第二のインダクタンス素子及び前記第一のインダクタンス素子を構成する伝送線路は前記多層基板に形成されたグラウンド電極に挟まれた領域に形成されていることを特徴とする複合高周波部品。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の複合高周波部品において、前記第二のインダクタンス素子を構成する伝送線路の少なくとも一部は前記グラウンド電極と積層方向に重なり合わないことを特徴とする複合高周波部品。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の複合高周波部品において、前記第二のインダクタンス素子を構成する伝送線路の少なくとも一部は前記第一のインダクタンス素子を構成する伝送線路と異なる幅を有することを特徴とする複合高周波部品。

【請求項 19】

請求項 15 に記載の複合高周波部品において、前記第二のインダクタンス素子は異なる層に形成された複数の伝送線路をビアホールで接続してなることを特徴とする複合高周波部品。

【請求項 20】

請求項 14 に記載の複合高周波部品において、前記第四のスイッチング素子と前記グラウンドとの間に配置されている前記第一のキャパシタンス素子は前記多層基板に内蔵されており、前記第一のキャパシタンス素子のホット側のコンデンサ電極は前記第二のインダクタンス素子及び前記第一のインダクタンス素子を構成する伝送線路を挟むグラウンド電極のうち上側のグラウンド電極より上に配置されていることを特徴とする複合高周波部品。

【請求項 21】

請求項 20 に記載の複合高周波部品において、前記第一のキャパシタンス素子のホット側のコンデンサ電極と前記第二のキャパシタンス素子のホット側のコンデンサ電極は同一層に形成されていることを特徴とする複合高周波部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は複数の異なる通信システムが利用可能なマルチバンド携帯電話に用いるスイッチ回路、及びこれを用いた複合高周波部品に関する。

【0002】

【従来の技術】

携帯無線通信システムには、例えば主に欧州で盛んなEGSM (Extended Global System for Mobile Communications) 方式及びDCS (Digital Cellular System) 方式、米国で盛んなGSM 850 (Global System For Mobile Communications 850) 方式、GSM 1900 (Global System For Mobile Communications 1900) 方式、日本で採用されているPDC (Personal Digital Cellular) 方式等、様々な通信システムがあるが、昨今の携帯電話の急激な普及に伴い、特に先進国の主要な大都市部においては各システムに割り当てられた周波数帯域ではシステム利用者を賄いきれず、接続が困難であったり、通話途中で接続が切断する等の問題が生じている。そこで、利用者が複数のシステムを利用できるようにして、実質的に利用可能な周波数の増加を図り、さらにサービス区域の拡充や各システムの通信インフラを有効活用することが提唱されている。

【0003】

複数のシステムを利用したい場合には、従来 1 台で複数の通信システムが利用可能な携帯

電話が必要である。このような携帯電話に用いられる高周波部品として、本発明者等は複数の異なる通信システムの送信回路と受信回路を切り換える高周波スイッチモジュールを提案した（後述する特許文献１）。

特許文献１の高周波スイッチモジュールは、互いに通過帯域（Pass Band）が異なる第一及び第二のフィルタ回路と、第一のフィルタ回路に接続されて通信システムＡの送信回路と受信回路を切り替えるスイッチ回路と、第二のフィルタ回路に接続されて通信システムＢ、Ｃの送信回路と通信システムＢの受信回路と通信システムＣの受信回路とを切り換えるスイッチ回路とを具備する。

前記第一及び第二のフィルタ回路は、通信システムＡの受信信号と通信システムＢ、Ｃの受信信号とを分波する回路として機能する。また前記スイッチ回路はダイオードと伝送線路を主要素子とするダイオードスイッチであり、ダイオードにコントロール回路から電圧をかけてオン状態／オフ状態に制御することにより、複数の通信システムＡ、Ｂ、Ｃのいずれか一つを選択して、アンテナと通信システムＡ、Ｂ、Ｃの送信回路及び受信回路を切り換える。

特許文献１に開示の通信システムＡ、Ｂ、Ｃの具体例はそれぞれＧＳＭ、ＤＣＳ １８００及びＰＣＳである。ＧＳＭは前記ＥＧＳＭ、ＤＣＳ １８００は前記ＧＳＭ １８００、ＰＣＳは前記ＧＳＭ １９００にそれぞれ対応する。表１は各通信システムの送信周波数と受信周波数を示す。

【０００４】

【表１】

通信システム	送信周波数 (MHz)	受信周波数 (MHz)
EGSM	880~915	925~960
GSM 1800	1710~1785	1805~1880
GSM 1900	1850~1910	1930~1990

【０００５】

また特許文献２乃至４にも複数の異なる通信システムに用いる複合高周波部品が開示されている。

【０００６】

【特許文献１】ＷＯ ００／５５９８３

【特許文献２】特開２０００－１６５２８８

【特許文献３】特開２００１－４４８８５

【特許文献４】特開２００２－１７１１９５

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

このような複合高周波部品が扱う各通信システムのうち、ＧＳＭ １８００とＧＳＭ １９００に着目すると、ＧＳＭ １９００の送信周波数とＧＳＭ １８００の受信周波数とが１８５０ＭＨｚ～１８８０ＭＨｚの間で重複しているのがわかる。

ＧＳＭ １８００及びＧＳＭ １９００を扱う前記特許文献１に記載の従来の高周波スイッチモジュールにおいて、第一の通信システム（ＧＳＭ １８００）の受信周波数と第二の通信システム（ＧＳＭ １９００）の送信周波数とが一部重複する場合の問題を、図２１に示す等価回路により説明する。

この高周波スイッチモジュールは、コントロール端子に与えられる電圧を表２に示すように制御することにより、ＧＳＭ １８００／ＧＳＭ １９００送信モード、ＧＳＭ １８００受信モード、ＧＳＭ １９００受信モードを選択している。

【０００８】

【表２】

10

20

30

40

50

モード	VC2	VC3
GSM 1800 TX (送信)	V+	0
GSM 1900 TX (送信)	V+	0
GSM 1800 RX (受信)	0	0
GSM 1900 RX (受信)	0	V+

## 【0009】

## (A) GSM 1800/GSM 1900 送信モード

GSM 1800又はGSM 1900の送信時には、コントロール端子VC2に正の電圧(+V)を印加し、コントロール端子VC3に0の電圧を印加することにより、ダイオードDD1、DD2はON状態に制御される。伝送線路1d3は、その共振周波数がGSM 1800及びGSM 1900の送信信号の周波数範囲(1710MHz～1910MHz)内となるような線路長に適宜設定されており、ON状態のダイオードDD2とコンデンサcd4により接地されて共振し、接続点IP2からGSM 1800及びGSM 1900の受信回路側を見たインピーダンスが大きくなる(理想的には無限大)。このため、GSM 1800及びGSM 1900の送信回路から送られてきた送信信号は、受信回路側に漏洩することなく第二のフィルタ回路を介してアンテナ端子に送られる。このときダイオードDP1、DP2はOFF状態に制御されている。

しかしながら、実際には共振周波数以外では接続点IP2からGSM 1800及びGSM 1900の受信回路側を見たインピーダンスは十分に大きくならないため、GSM 1800及びGSM 1900の送信信号の一部(以下漏洩信号と呼ぶ)は、伝送線路1d3を介してGSM 1800及びGSM 1900の受信回路側に漏洩してしまう。またコンデンサcd4の容量値のばらつきや、伝送線路1d3に寄生するキャパシタンス成分により共振周波数が変動して、GSM 1800及びGSM 1900の受信回路側に漏洩する信号が更に増加することがある。

## 【0010】

詳述すると、GSM 1800で送信する場合には、ダイオードDP1、DP2はOFF状態なので、漏洩信号はダイオードDP1のOFF時のアイソレーション特性により、GSM 1900の受信回路側には現れない。一方、伝送線路1P2を介してGSM 1800の受信回路側に現れる漏洩信号は、受信回路の前段に配置されたフィルタ回路(図示せず)により除去され、GSM 1800の受信回路に漏洩することは実質的にないが、GSM 1900で送信する場合には、GSM 1800の受信回路側に現れるGSM 1900の送信信号周波数の漏洩信号のうち、GSM 1800の受信周波数と重複する1850MHz～1880MHzの漏洩信号が、フィルタ回路によっても除去されずにGSM 1800の受信回路に入力し、受信回路のLNA(Low Noise Amplifier)、ミキサ及び変復調器を構成するAnalog Processing ICに入力し、これら回路部品の誤動作を引き起こすことがある。

## 【0011】

## (B) GSM 1800受信モード

GSM 1800の受信時には、コントロール端子VC2及びVC3に0の電圧を印加することにより、ダイオードDP1、DP2、DD1及びDD2はOFF状態に制御する。ダイオードDD1がOFF状態となることにより、接続点IP2とGSM 1800/GSM 1900送信回路との間のインピーダンスが大きくなる。またダイオードDP1がOFF状態となることにより、接続点IP3とGSM 1900受信回路との間のインピーダンスが大きくなる。そして伝送線路1d3とIP2を介して接続点IP2とGSM 1800受信回路が接続される。

## 【0012】

## (C) GSM 1900受信モード

10

20

30

40

50

GSM 1900の受信時には、コントロール端子VC3に正の電圧を印加し、コントロール端子VC2に0の電圧を印加することにより、ダイオードDD1、DD2はOFF状態に、ダイオードDP1、DP2はON状態に制御される。ダイオードDD1がOFF状態となることにより、接続点IP2とGSM 1800/GSM 1900送信回路との間のインピーダンスが大きくなる。また伝送線路IP2はGSM 1900の受信信号の周波数範囲内1930MHz $\pm$ 1990MHzで共振するような線路長に設定されており、ON状態のダイオードDP2とコンデンサCP1により接地されて共振し、接続点IP3からGSM 1800受信回路側を見たインピーダンスが大きくなる。このため、接続点IP2とGSM 1900受信回路が接続される。

またGSM 1800とGSM 1900の受信回路を切り換えるダイオードDP1、DP2は、低消費電力で挿入損失の小さいものが使用されることが多い。一般的に、このようなダイオードでは、消費電力の大きなダイオードと比べてOFF状態で歪み易い性質をもつ。このため、OFF状態のダイオードDP1、DP2が伝送線路IL3を介して漏洩してきたGSM 1800、GSM 1900の送信信号を歪ませ、この送信信号の整数倍の周波数を有する高調波を発生させることがある。この高調波はGSM 1800、GSM 1900の送信信号に重畳して、アンテナから放射されてしまう。このような問題に關して、特許文献1のみならず特許文献2～4も何ら解決手段を教示していない。

#### 【0013】

従って本発明の目的は、1台で複数の通信システムに対応できる携帯電話に用いる複合高周波部品のスイッチ回路であって、送受信信号の一部が重複する通信システムを取り扱う場合に、送信信号の受信回路への漏洩が極めて小さい(アイソレーションが著しく大きい)スイッチ回路を提供することである。

本発明のもう1つの目的は、電力消費の増加を抑えながら高調波の発生を抑制するスイッチ回路を提供することである。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の第一のスイッチ回路は、2つの通信システムの受信回路又は送信回路(第一の通信システムの受信周波数帯と第二の通信システムの送信周波数帯とは一部重複する)と、アンテナ側回路との接続を選択的に切り換えるもので、

2つのスイッチ部を有し、第一のスイッチ部は、前記アンテナ側回路と前記第一及び第二の通信システムの送信回路側との接続と、前記アンテナ側回路と前記第一及び第二の通信システムの受信回路側との接続を切り換えるものであり、第二のスイッチ部は、前記第一のスイッチ部と前記第一及び第二の通信システムの受信回路との間に接続され、前記第一のスイッチ部を介した前記アンテナ側回路と前記第一の通信システムの受信回路との接続と、前記第一のスイッチ部を介した前記アンテナ側回路と第二の通信システムの受信回路との接続を切り換えるものであり、

前記第一のスイッチ部の前記第一及び第二の通信システムの送信回路側には、前記第一及び第二の通信システムで共用する送信回路が接続され、

前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時に、前記第二のスイッチ部は、前記第一の通信システムの受信回路と前記第一のスイッチ部との接続を切断していることを特徴とする。

前記スイッチ回路はスイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子を有しているのが好ましい。前記第一のスイッチ部と前記第二のスイッチ部との間にキャパシタンス素子が介在しているのが好ましい。

#### 【0015】

本発明におけるスイッチング素子は、インピーダンスを変えることによりスイッチング動作を行う半導体素子で構成されており、例えば電界効果型トランジスタ、バイポーラトランジスタ、PINダイオード等である。電界効果型トランジスタでは、ゲートからの制御電圧により、ソース及びドレイン間のインピーダンスを増減して、導通又は遮断する。PINダイオードは制御電圧により、アノード及びカソード間のインピーダンスを増減して

10

20

30

40

50



、導通又は遮断する。またインダクタンス素子は例えばストリッパライン電極やマイクロストリッパライン電極等の伝送線路、コイル、チャインダクタ等である。キャパシタンス素子は例えばコンデンサ電極で構成される積層コンデンサである。これらの素子は必要に応じて適宜選択される。

【0016】

本発明の第二のスイッチ回路は、2つの通信システムの受信回路又は送信回路（第一の通信システムの受信周波数帯と第二の通信システムの送信周波数帯とは一部重複する）と、アンテナ側回路との接続を選択的に切り換えるもので、

前記スイッチ回路はスイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子を有するとともに、第一のスイッチ部と第二のスイッチ部とで構成され、前記第一のスイッチ部は、前記アンテナ側回路に接続する第一のポートと、前記第一及び第二の通信システムの送信回路に接続する第二のポートと、前記第二のスイッチ部と接続する第三のポートとを備え、前記第二のスイッチ部は、前記第一のスイッチ部とキャパシタンス素子を介して接続する第四のポートと、前記第一の通信システムの受信回路に接続する第五のポートと、前記第二の通信システムの受信回路に接続する第六のポートとを備え、前記第四のポートと前記第五のポートとの間に第一のインダクタンス素子が配置されており、

前記第五のポートと前記グランドとの間に第一のスイッチング素子が配置されており、前記第四のポートと前記第六のポートとの間に第二のスイッチング素子が配置されており、

前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時には、前記第一及び第二のスイッチング素子はON状態に制御されていることを特徴とする。

【0017】

前記第一のインダクタンス素子を伝送線路とし、第二の通信システムの受信周波数範囲内で共振するような線路長に設定するのが好ましい。このような構成により、第一のインダクタンス素子がON状態の第一のスイッチング素子を介して高周波的に接地されて共振し、第二の通信システムの受信周波数において、前記第四のポートから第一の通信システムの受信回路に接続する第五のポートを見たインピーダンスが比較的大きくなる。第二の通信システムの送信信号の周波数においてもインピーダンスが増加するので、前記第四のポートに現れる第一のスイッチ部からの漏洩信号が減衰し、第一の通信システムの受信回路への漏洩を抑制することができる。

第二の通信システムの受信周波数と近い周波数を有する漏洩信号が第二のスイッチング素子を介して第六のポートに現れることもあるが、漏洩信号はその後段で第二の通信システムの受信回路との間に配置されたフィルタ回路により除去される。従って、第二の通信システムの受信回路に漏洩することは実質的にない。また第二のスイッチ部のスイッチング素子をON状態としているので、高調波の発生も防ぐことができる。

【0018】

本発明の第三のスイッチ回路は、2つの通信システムの受信回路又は送信回路（第一の通信システムの受信周波数帯と第二の通信システムの送信周波数帯とは一部重複する）と、アンテナ側回路との接続を選択的に切り換えるもので、

前記スイッチ回路はスイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子を有するとともに、第一のスイッチ部と第二のスイッチ部とで構成され、前記第一のスイッチ部は、アンテナ側回路に接続する第一のポートと、前記第一及び第二の通信システムの送信回路に接続する第二のポートと、前記第二のスイッチ部と接続する第三のポートとを備え、前記第二のスイッチ部は、前記第一のスイッチ部とキャパシタンス素子を介して接続する第四のポートと、前記第一の通信システムの受信回路に接続する第六のポートと、前記第二の通信システムの受信回路に接続する第五のポートとを備え、

前記第四のポートと前記第五のポートとの間に第一のインダクタンス素子が配置されており、

前記第五のポートと前記グランドとの間に第一のスイッチング素子が配置されており、

前記第四のポートと前記第六のポートとの間に第二のスイッチング素子が配置されており

、前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時には、前記第一及び第二のスイッチング素子はOFF状態に制御されていることを特徴とする。

【0019】

このような構成により、前記第二のスイッチング素子はOFF時のアイソレーション特性を有し、漏洩信号が第一の通信システムの受信回路に漏洩するのを防止する。また前記第一のインダクタンス素子は、第一の通信システムの受信周波数範囲内で共振するように設定されているが、漏洩信号は第一のインダクタンス素子を介して第五のポートに現れることがある。しかしながら漏洩信号は、その後段で、第二の通信システムの受信回路との間に配置されるフィルタ回路により除去されるので、第二の通信システムの受信回路に漏洩することはない。

10

【0020】

第二及び第三のスイッチ回路において、前記第一のスイッチ部は、前記第一のポートと前記第二のポートとの間に配置された第三のスイッチング素子と、前記第一のポートと前記第三のポートとの間に設けられた第二のインダクタンス素子と、前記第三のポートと前記グラウンドとの間に設けられた第四のスイッチング素子とを具備し、前記第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時には、前記第三及び第四のスイッチング素子はON状態に制御されているのが好ましい。

より好ましくは、第四のスイッチング素子はダイオードからなり、前記ダイオードと前記グラウンドとの間に第一のキャパシタンス素子が配置されている。一般にダイオードはリード端子等によりインダクタンス成分を有する。またダイオードと他の回路素子を接続するための線路パターン等による寄生インダクタンスもあり、ダイオードをON状態としても完全なショート状態とならないことがある。

20

このため、前記第一のポートから前記第三のポートを見たインピーダンスが小さくなり、アイソレーション及び挿入損失特性がともに悪化することがある。そこで本発明では、前記第四のスイッチング素子と直列に第一のキャパシタンス素子を配置して直列共振させることにより、前記第一のポートから前記第三のポートを見たインピーダンスを大きくし、第二のスイッチ部に漏洩する送信信号を少なくし、アイソレーション及び挿入損失を向上させている。

30

【0021】

第二及び第三のスイッチ回路では、前記第二のスイッチ部のスイッチング素子の動作電流は、前記第一のスイッチ部のスイッチング素子より低いのが好ましい。0℃～+85℃の温度での動作電流が2.5mA以下、特に1mA以下のスイッチング素子を用いれば、送受信時の消費電力を少なくすることができ、携帯電話のバッテリー消費も少なく済む。

第二及び第三のスイッチ回路では、前記第一のインダクタンス素子の特性インピーダンスを前記第三のインダクタンス素子の特性インピーダンスより高く設定すれば、第一のスイッチ部と第二のスイッチ部とを複合化してスイッチ回路とする際のインピーダンス整合が容易となる。

【0022】

本発明の複合高周波部品は、第一～第三のいずれかのスイッチ回路を具備し、スイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子が複数のセラミックスシートを積層してなるセラミックス多層基板に内蔵又は搭載され、前記セラミックス多層基板に形成された接続手段により接続されていることを特徴とする。

40

【0023】

複合高周波部品において、第一のインダクタンス素子及び第二のインダクタンス素子を構成する伝送線路を前記多層基板に内蔵し、これらの伝送線路を多層基板における水平方向の別領域に形成するのが好ましい。このような構成により互いの干渉を防ぎ、寄生キャパシタンス等により、それぞれの伝送線路の共振周波数や特性インピーダンスが変動することがないようにし、もってアイソレーション特性を向上するとともに、第一のスイッチ部

50

と第二のスイッチ部との間のインピーダンス整合を容易にしている。さらに前記伝送線路を多層基板に形成されたグラウンド電極に挟まれた領域にストリップライン電極として形成すると、他の回路素子を構成する電極パターンとの干渉を防ぐことができるので好ましい。

第一のインダクタンス素子及び／又は第二のインダクタンス素子を、2層以上に形成された伝送線路をビアホールを介して接続することにより構成するとともに、一層に形成された伝送線路の幅と他層に形成された伝送線路の幅とを異ならせることにより、インピーダンス変換しても良い。このような構成により、それぞれの伝送線路の前段及び後段に配置される回路とのインピーダンス整合が容易となる。

第四のスイッチング素子をダイオードとし、このダイオードとグラウンドとの間に配置する第一のキャパシタンス素子を多層基板に内蔵するとともに、第一のキャパシタンス素子を構成するホット側のコンデンサ電極を第一及び第二のインダクタンス素子を構成する伝送線路を挟むグラウンド電極のうち上側のグラウンド電極より上に配置するのが好ましい。前記コンデンサ電極は多層基板に形成されたビアホールを介してダイオードと接続されるが、前記ダイオードは多層基板の上面に実装される。従って、上記構成によりこれらの接続距離を短くできるため、寄生インダクタンスを減少させることができ、高アイソレーション特性を得ることができる。

#### 【0024】

第二のスイッチ部においても、第一のスイッチング素子をダイオードとし、このダイオードとグラウンドとの間に第二のキャパシタンス素子を配置して高アイソレーション特性を得ることができる。第一のキャパシタンス素子を構成するホット側のコンデンサ電極とともに、共用するグラウンド電極とセラミック層を介して第二のキャパシタンス素子を構成するホット側のコンデンサ電極を同一層に形成すれば、水平方向の積層ずれの影響を受け難く、容量値のばらつきが少ないコンデンサを形成でき、安定したアイソレーション特性を得ることができる。

共用するグラウンド電極を、前記伝送線路を挟むグラウンド電極の一方とすれば、グラウンド電極の形成工程を低減できるとともに、多層基板を薄くすることができる。またホット側コンデンサ電極をグラウンド電極で挟めば、他の回路素子を構成する電極パターンや、多層基板に実装されるダイオード等のスイッチング素子や他の実装部品との干渉が減少する。

#### 【0025】

##### 【発明の実施の形態】

##### 〔1〕第一の実施例

図1は本発明の一実施例によるスイッチ回路を含む高周波回路部を示し、図2は前記スイッチ回路の等価回路を示す。以下説明の簡略化のため、複数の通信システムのうち、第一の通信システムf1をGSM 1800（送信周波数1710～1785MHz、受信周波数1805～1880MHz）とし、第二の通信システムf2をGSM 1900（送信周波数1850～1910MHz、受信周波数1930～1990MHz）とするが、勿論本発明はこれに限定されない。

このスイッチ回路は、スイッチング素子、インダクタンス素子及びキャパシタンス素子を有するとともに、第一のスイッチ部100と第二のスイッチ部105とにより構成されている。第一のスイッチ部100は、アンテナ側回路に接続する第一のポート100aと、GSM 1800及びGSM 1900の送信回路に接続する第二のポート100bと、第二のスイッチ部105と接続する第三のポート100cとを備えている。また第二のスイッチ部105は、第一のスイッチ部100とキャパシタンス素子CPを介して接続する第四のポート105aと、GSM 1800の受信回路に接続する第五のポート105bと、GSM 1900の受信回路に接続する第六のポート105cとを備えている。第二のスイッチ部105は、第四のポート105aと第五のポート105bとの間に設けられた第一のインダクタンス素子としての伝送線路IP2と、第五のポート105bとグラウンドとの間に設けられた第一のスイッチング素子としてのダイオードDP2と、第一のダイオードDP2とグラウンドとの間に配置された第二のキャパシタンス素子としてのコンデン

サＣＰ１と、第四のポート１０５αと前記第六のポート１０５ｃとの間に配置された第二のスイッチング素子としてのダイオードＤＰ１と、第六のポート１０５ｃとグランドとの間に設けられた伝送線路ＩＰ１又はインダクタとを具備する。

【００２６】

第二のスイッチ部１０５はＧＳＭ １８００の受信回路ＲＸ１とＧＳＭ １９００の受信回路ＲＸ２とを切り換え、第一のスイッチ部１００はＧＳＭ １８００／ＧＳＭ １９００の送信回路ＴＸ１及びＴＸ２と第二のスイッチ回路１０５とを切り換える。第二のスイッチ部１０５は、スイッチング素子として２つのダイオードＤＰ１、ＤＰ２と、インダクタンス素子として伝送線路ＩＰ１、ＩＰ２（又は伝送線路ＩＰ１に換えてインダクタ）とを主要素子とし、ダイオードＤＰ１のアノードは第四のポート１０５αに接続され、カソードはＧＳＭ １９００の受信回路ＲＸ２側に接続され、カソード側にアースに接続される伝送線路ＩＰ１が配置されている。

10

第四のポート１０５αと第五のポート１０５ｂとの間に伝送線路ＩＰ２が接続され、第五のポート１０５ｂにコンデンサＣＰ１を介してグランドに接続されるダイオードＤＰ２が配置されている。ダイオードＤＰ２とコンデンサＣＰ１との間に、インダクタＬＰ及び抵抗ＲＰ１を介してコントロール回路ＶＣ３が接続されている。

【００２７】

第二のスイッチ部１０５の前段には、ＧＳＭ １８００／ＧＳＭ １９００の送信回路ＴＸ１、ＴＸ２と第二のスイッチ部とを切り換えるための第一のスイッチ部１００が配置されている。第一のスイッチ部１００は、２つのダイオードＤＤ１、ＤＤ２及び伝送線路Ｉ

20

ｄ２、Ｉｄ３（又は伝送線路Ｉｄ２に換えてインダクタ）を主要素子とする。第二のポート１００ｂと第一のポート１００αとの間にダイオードＤＤ１が配置され、ダイオードＤＤ１のアノードは第一のポート１００αに接続し、そのカソード側にアースに接続される伝送線路Ｉｄ２が配置されている。第一のポート１００αと第三のポート１００ｃとの間に伝送線路Ｉｄ３が接続され、第三のポート１００ｃ側にコンデンサｃｄ４を介してグランドに接続するダイオードＤＤ２が配置されている。またダイオードＤＤ２とコンデンサｃｄ４との間に、インダクタＬＤ及び抵抗ＲＤを介してコントロール回路ＶＣ２が接続している。

【００２８】

本実施例のスイッチ回路に所定の動作をさせるためのコントロール回路ＶＣ２、ＶＣ３の制御ロジックを表３に示す。コントロール回路から電圧をかけてスイッチング素子をオン状態／オフ状態に制御することにより、ＧＳＭ １８００／ＧＳＭ １９００の通信システムを選択するようにしている。

30

【００２９】

【表３】

モード	VC2	VC3
GSM 1800 TX (送信)	V+	V+
GSM 1900 TX (送信)	V+	V+
GSM 1800 RX (受信)	0	0
GSM 1900 RX (受信)	0	V+

40

【００３０】

スイッチ回路の動作を以下詳細に説明する。

(Ａ) ＧＳＭ １８００／ＧＳＭ １９００の送信モード

ＧＳＭ １８００、ＧＳＭ １９００の送信回路ＴＸ１、ＴＸ２とアンテナ側回路ＡＮＴとを接続する場合、コントロール回路ＶＣ２及びコントロール回路ＶＣ３からそれぞれ正の電圧（ｈｉｇｈ）を与える。コントロール回路ＶＣ２から与えられた正の電圧は、Ｃ１、Ｃ２、ｃｄ４、ＣＰのコンデンサにより直流分がカットされて、ダイオードＤＤ１、Ｄ

50

D2を含む第一のスイッチ部100に印加される。その結果、ダイオードDD1、DD2はON状態となる。ダイオードDD1がON状態となると、第二のポート100bと第一のポート100aとの間のインピーダンスが小さくなる。またON状態となったダイオードDD2及びコンデンサc4により伝送線路1d3が高周波的に接地されることにより共振し、第一のポート100aから第三のポート100cを見たインピーダンスが大きくなる。

さらに、コントロール回路VC3から与えられた正の電圧は、CP、C20、C21、CP1のコンデンサにより直流分がカットされて、ダイオードDP1、DP2を含むスイッチ回路105に印加される。その結果、ダイオードDP1、DP2がON状態となる。ON状態となったダイオードDP2及びコンデンサCP1により伝送線路1p2が高周波的に接地されることにより共振し、第四のポート105aから第五のポート105bを見たインピーダンスが大きくなる。

上記構成によれば、GSM 1900の送信信号をアンテナ側回路に送る場合に、第一のポート100aからGSM 1800の受信回路RX1に至る経路でインピーダンスが非常に大きくなる。このため、GSM 1900の送信信号がGSM 1800の受信回路RX1へ漏洩するのを低減することができる。

#### 【0031】

図6は、本実施例のスイッチ回路においてコントロール回路VC2及びコントロール回路VC3から2.6Vの電圧(V+)を与えた場合での、GSM 1800/GSM 1900送信モードにおけるTX1、TX2-RX1間のアイソレーション特性を示す。また図7は、図6と同じスイッチ回路においてコントロール回路VC2から2.6Vの電圧(V+)を与え、コントロール回路VC3から0Vの電圧(0)を与えた場合(比較例)での、GSM 1800/GSM 1900送信モードにおけるTX1、TX2-RX1間のアイソレーション特性を示す。

図6に示すように、第一及び第二の通信システムの送信回路とアンテナ側回路との接続時に、第二のスイッチ部において、第一の送信システムの受信回路と第一のスイッチ部との接続を切断状態とすることで、所望の周波数帯域で優れたアイソレーション特性が得られる。またアイソレーション特性の改善により、GSM 1800及びGSM 1900の送信回路TX1及びTX2とアンテナ側回路ANT間の挿入損失特性も向上した。また第二のスイッチ部105を低動作電流で動作させるため、第一のスイッチ部100と第二のスイッチ部105の動作電流は8.8mAであった。比較例の場合、動作電流は8.0mAであり、動作電流の増加も僅かであった。さらに第二のスイッチ部105を動作させることで、アンテナから放射される高調波も2dB~5dB程度減少することが確認できた。

#### 【0032】

##### (B) GSM 1800 受信モード

GSM 1800の受信回路RX1とアンテナ側回路ANTを接続する場合、コントロール回路VC2及びVC3からの電圧は0であり、ダイオードDP1、DP2、DD1、DD2はOFF状態となる。ダイオードDD1がOFF状態となることにより、第一のポート100aと第二のポート100bとの間のインピーダンスが大きくなる。またダイオードDP1がOFF状態となることにより、第四のポート105aと第六のポート105cの間のインピーダンスが大きくなる。その結果、アンテナから入射したGSM 1800の受信信号は、GSM 1800/GSM 1900の送信回路TX1、TX2及びGSM 1900の受信回路RX2に漏洩することなく、伝送線路1d3、1p2を介してGSM 1800の受信回路RX1に低損失で伝送される。

#### 【0033】

##### (C) GSM 1900 受信モード

GSM 1900の受信回路RX2とアンテナ側回路ANTとを接続する場合、コントロール回路VC2の電圧を0とし、コントロール回路VC3から正の電圧を与える。コントロール回路VC3から与えられた正の電圧は、コンデンサにより直流分がカットされて、

ダイオードDP1、DP2を含む第二のスイッチ部105に印加される。その結果、ダイオードDP1及びDP2がON状態となる。ダイオードDP1がON状態となることにより、第四のポート105aと第六のポート105c間のインピーダンスが低くなる。またON状態となったダイオードDP2及びコンデンサCP1により伝送線路IP2は高周波的に接地されて、GSM 1900の受信信号周波数帯域で共振し、第四のポート105aから第五のポート105bを見たインピーダンスはGSM 1900の受信信号帯域で非常に大きくなる。さらにダイオードDD1がOFF状態となることにより第一のポート100aと第二のポート100bの間のインピーダンスが大きくなる。その結果、アンテナに入射したGSM 1900の受信信号は、GSM 1800/GSM 1900の送信回路TX1、TX2及びGSM 1800の受信回路RX1に漏洩することなく、GSM 1900の受信回路RX2に低損失で伝送される。

10

#### 【0034】

本実施例によれば送信信号の受信回路への漏洩が極めて小さい（アイソレーションが著しく大きい）スイッチ回路が得られる。また本実施例において伝送線路やコンデンサ等をLTCC（Low-Temperature Co-fired Ceramic）技術により誘電体等からなる多層基板に構成しても良い。ここで、の伝送線路ID2及び伝送線路IP1はチャフインダクタ、コイル等のインダクタとして、他の回路素子（ダイオード、抵抗等）とともに前記積層体の実装しても良い。

#### 【0035】

図3～図5は第一のスイッチ部100及び第二のスイッチ部105の他の態様を示す。図3に示す態様は、スイッチング素子としてダイオードを用いたものであり、図4及び図5に示す態様はスイッチング素子としてトランジスタを用いたものである。

20

以下これらの態様を第二のスイッチ部105として用いる場合を例にとって説明するが、第一のスイッチ部100も同様な等価回路で構成できる。第二のスイッチ部105は、第四のポート105aと第六のポート105cとの間にダイオードDP1が配置され、ダイオードDP1のカソードは第四のポート105aに接続し、そのアノード側にコンデンサCP5を介してアースに接続される伝送線路IP1が配置されている。伝送線路IP1はチョークコイルとして機能するので、代わりにインダクタやコイルを用いても良い。第四のポート105aと第五のポート105bとの間に伝送線路IP2が接続され、第五のポート105b側にコンデンサCP1を介してグラウンドに接続するダイオードDP2が配置されている。コンデンサCP1と並列に抵抗Rが接続される。この抵抗Rの代わりに、インピーダンスが十分大きなインダクタ、コイルを用いてもよい。伝送線路IP1とコンデンサCP5の間に、コントロール回路VC3が接続されている。このようなスイッチ回路も前記と同様に優れた効果を発揮する。

30

#### 【0036】

図4に示す第二のスイッチ部は、第六のポート105cと第四のポート105aとの間にトランジスタFET1が配置され、トランジスタFET1のドレイン端子は第四のポート105a側に接続されており、ソース端子は第六のポート105c側に接続されている。ゲート端子は抵抗Rを介してコントロール端子VC3に接続されている。また第四のポート105aと第五のポート105bとの間には、伝送線路IP2が配置され、第五のポート105b側にグラウンドに接続するトランジスタFET2が配置されており、トランジスタFET2のドレイン端子は第五のポート105bに接続され、ソース端子がグラウンド電極側に接続されている。ゲート端子は抵抗Rを介してコントロール端子VC3に接続されている。

40

このスイッチ回路も他のスイッチ回路と同様にコントロール端子VC3に印加する電圧により信号経路を切り換えることができる。なおトランジスタFET1、FET2がデフレクション型とエンハンスメント型とでは、制御ロジックが異なる。表3の制御ロジックで動作させる場合、ゲート端子に電圧を印可するとソースドレイン間が低インピーダンスとなるエンハンスメント型を用いる。このようなスイッチ回路を有する場合も、前記と同様に優れた効果が発揮される。

50

## 【0037】

図5に示す第二のスイッチ部は、第六のポート105cと第四のポート105aとの間にトランジスタFET1が配置され、第四のポート105aと第五のポート105bとの間には、トランジスタFET2が配置され、それぞれのトランジスタFET1、FET2のゲート端子は抵抗Rを介してコントロール端子VC3、VC4に接続されている。

このスイッチ回路も他のスイッチ回路と同様にコントロール端子VC3、VC4に印加する電圧により信号経路を切り換えることができる。またトランジスタを直列に多段接続すればOFF状態にある場合でも歪み発生を低減できるので好ましい。このようなスイッチ回路を有する場合も、前記と同様に優れた効果が発揮される。

## 【0038】

## 〔2〕 第二の実施例

本発明の第二の実施例によるスイッチ回路について、第一の実施例と同様に第一の通信システムがGSM 1800（送信周波数1710～1785MHz、受信周波数1805～1880MHz）で、第二の通信システムがGSM 1900（送信周波数1850～1910MHz、受信周波数1930～1990MHz）の場合を例にとって、以下詳細に説明する。なお本実施例のスイッチ回路の等価回路は、第一の実施例のスイッチ回路と共通部も多く、説明の簡略化のために異なる部分を中心に説明する。

このスイッチ回路の等価回路を図8に示す。等価回路的には第一の実施例のスイッチ回路と相違ないが、第二のスイッチ部においてGSM 1800及びGSM 1900の受信回路と第五のポート及び第六のポートとの接続関係が第一の実施例と逆となっており、第五のポート105bにはGSM 1900の受信回路RX2が接続され、第六のポート105cにはGSM 1800の受信回路RX1が接続されている。このような回路構成とするために、各スイッチ回路の回路素子の定数や、伝送線路の線路長等が適宜設定されており、当然第一の実施例のものとは異なることがある。

本実施例のスイッチ回路を所定の動作をさせるためのコントロール回路VC2、VC3の制御ロジックを表4に示す。

## 【0039】

## 【表4】

モード	VC2	VC3
GSM 1800 TX (送信)	V+	0
GSM 1900 TX (送信)	V+	0
GSM 1800 RX (受信)	0	V+
GSM 1900 RX (受信)	0	0

## 【0040】

## (A) GSM 1800/GSM 1900送信モード

GSM 1800/GSM 1900の送信回路TX1、TX2とアンテナ側回路ANTとを接続する場合、コントロール回路VC2から正の電圧(V+)を与え、コントロール回路VC3からの電圧を0Vとする。コントロール回路VC3の電圧を0Vとすると、ダイオードDP1がOFF状態となり、第四のポート105aと第六のポート105c間のインピーダンスが大きくなる。その結果、第一の実施例の場合と同様に、GSM 1800/GSM 1900の送信信号はGSM 1800の受信回路RX1に漏洩することなく、第一のポート100aに低損失で伝送され、アンテナから放射される。

## 【0041】

## (B) GSM 1800受信モード

GSM 1800の受信回路RX1とアンテナ側回路ANTとを接続する場合、コントロール回路VC2の電圧を0とし、コントロール回路VC3から正の電圧を与える。コントロール回路VC3から与えられた正の電圧は、C20、C21、CP、CP1のコンデン

サにより直流分がカットされて、ダイオードDP1、DP2を含む第二のスイッチ部105に印加される。その結果、ダイオードDP1及びDP2がON状態となる。ダイオードDP1がON状態となることにより、第六のポート105cと第四のポート105a間のインピーダンスが低くなる。またON状態となったダイオードDP2及びコンデンサCP1により伝送線路IP2は高周波的に接地されて、GSM 1800の受信信号周波数帯域で共振し、第四のポート105aから第五のポート105bを見たインピーダンスはGSM 1800の受信信号帯域で非常に大きくなる。さらにダイオードDD1がOFF状態となることにより第一のポート100aと第二のポート100bとの間のインピーダンスが大きくなる。その結果、アンテナに入射したGSM 1800の受信信号は、GSM 1800/GSM 1900の送信回路TX1、TX2及びGSM 1900の受信回路RX2に漏洩することなく、GSM 1800の受信回路RX1に低損失で伝送される

10

#### 【0042】

##### (C) GSM 1900受信モード

GSM 1900の受信回路RX2とアンテナ側回路ANTを接続する場合、コントロール回路VC2及びVC8からの与えられる電圧は0であり、ダイオードDP1、DP2、DD1、DP2はOFF状態となる。ダイオードDD1がOFF状態となることにより、第一のポート100aと第二のポート100bとの間のインピーダンスが大きくなる。またダイオードDP1がOFF状態となることにより、第四のポート105aと第六のポート105c間のインピーダンスが大きくなる。その結果、アンテナから入射したGSM 1900の受信信号は、GSM 1800/GSM 1900の送信回路TX1、TX2及びGSM 1800の受信回路RX1に漏洩することなく、伝送線路ID3、IP2を介してGSM 1900の受信回路RX2に低損失で伝送される。

20

本実施例においても、送信信号の受信回路への漏洩が極めて小さい（アイソレーションが著しく大きい）スイッチ回路を得ることができた。

#### 【0043】

##### [3] 第三の実施例

本発明の第三の実施例によるスイッチ回路について以下に説明する。なお本実施例のスイッチ回路の等価回路は、第二の実施例のスイッチ回路と共通部も多いので、説明の簡略化のために異なる部分を中心に説明する。

30

このスイッチ回路の等価回路を図9に示す。第二の実施例のスイッチ回路との等価回路的な相違点は、第二のスイッチ部105の伝送線路IP1とグラウンドとの間にコンデンサCP5が配置され、この伝送線路IP1とコンデンサCP5との間にインダクタ及び抵抗を介してコントロール回路VC2が接続されている点である。

本実施例のスイッチ回路を第二の実施例と同様なコントロール回路VC2、VC8の制御ロジックで動作させると、GSM 1800/GSM 1900の送信時に、第二のスイッチ部105のダイオードDP1、DP2に逆バイアスの電圧が印加されるので、優れたアイソレーション特性が得られるとともに、アンテナから放射される高調波も減衰できる。なお第二のスイッチ部105として図8のようなスイッチ回路で、ダイオードDP1、DP2に逆バイアスの電圧を印加するように、抵抗Rの代わりにダイオードとコンデンサとの間にコントロール回路VC2を接続しても同様の効果が得られる。

40

#### 【0044】

##### [4] 第四の実施例

本発明の第四の実施例によるスイッチ回路について以下詳細に説明する。なお本実施例のスイッチ回路の等価回路は、第二の実施例のスイッチ回路と共通する部分が多いので、説明の簡略化のために異なる部分を中心に説明する。

このスイッチ回路の等価回路を図10に示す。第一の実施例のスイッチ回路との等価回路的な相違点は、第二のスイッチ部105がトランジスタを有するGASスイッチである点である。なおトランジスタがデフレクション型とエンハンスメント型とでは、制御ロジックが異なり、例えばそれぞれ下記表5に示すような制御ロジックとなる。本実施例でも

50



、送信信号の受信回路への漏洩が極めて小さい（アイソレーションが著しく大きい）スイッチ回路を得ることができる。なお本実施例においてはトランジスタを多段化して直列接続することにより、第一のスイッチ部から第二のスイッチ部に送信信号が漏れる場合でも、歪み発生を抑制することができる。

【0045】

【表5】

デプレッション型の場合

モード	VC2	VC3	VC4
GSM 1800 TX (送信)	V+	0	V-
GSM 1900 TX (送信)	V+	0	V-
GSM 1800 RX (受信)	0	V-	0
GSM 1900 RX (受信)	0	0	V-

10

エンハンスメント型の場合

モード	VC2	VC3	VC4
GSM 1800 TX (送信)	V+	V+	0
GSM 1900 TX (送信)	V+	V+	0
GSM 1800 RX (受信)	0	0	V+
GSM 1900 RX (受信)	0	V+	0

20

【0046】

【5】 第五の実施例

第五の実施例は、図11に示す3つの通信システムを扱う高周波回路において、本発明のスイッチ回路10を用いて、分波回路300及びフィルタ回路120、125を多層基板に複合化した複合高周波部品（マルチバンドアンテナスイッチモジュール）である。図13はその平面図であり、図14はその多層基板部分を示す斜視図であり、図15は図14の多層基板を構成する各層の構成を示す展開図であり、図16は複合高周波部品の等価回路である。

30

本実施例では、スイッチ回路10のインダクタンス素子、キャパシタンス素子及びスイッチング素子を、図11に示す高周波回路の第一及び第二のフィルタ回路からなる分波回路300、ローパスフィルタ回路120、125及びスイッチ回路15を構成するインダクタンス素子、キャパシタンス素子及びスイッチング素子とともに多層基板に設けている。インダクタンス素子として伝送線路を多層基板内に構成するとともに、スイッチング素子としてのダイオードと、積層体内に内蔵することのできない高容量コンデンサをチップコンデンサとして積層体上に搭載し、ワンチップ化したトリプルバンド用の複合高周波部品を構成する。

40

【0047】

この複合高周波部品を構成する多層基板は、低温焼成が可能なセラミック誘電体材料からなり、厚さが50 $\mu$ m～200 $\mu$ mのグリーンシートを作製し、各グリーンシート上にAgを主体とする導電ペーストを印刷することにより所望の電極パターンを形成し、所望の電極パターンを有する複数のグリーンシートを積層して一体化し、焼成することにより製造することができる。ライン電極の幅は主として100 $\mu$ m～400 $\mu$ mとするのが好ましい。低温焼結が可能なセラミック誘電体材料としては、例えば（a）Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主成分として、SiO<sub>2</sub>、SrO、CaO、PbO、Na<sub>2</sub>O及びK<sub>2</sub>Oの少なくとも1種を副成分として含むものや、（b）Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主成分とし、MgO、SiO<sub>2</sub>及びGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の少なくとも1種を副成分として含むものや、（c）Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、SrO、B

50

i 2 O 3、T i O 2 を主成分として含むもの等が挙げられる。

【0048】

積層したこれらのグリーンシートを一体的に圧着し、約900℃の温度で焼成して、例えば外形寸法が6.7mm×5.0mm×1.0mmの多層基板を得る。この多層基板の側面に端子電極を形成する。尚、端子電極は底面に形成しても良く、形成位置は適宜選択できる。

【0049】

多層基板の内部構造を図15に示す。図中の符号は、図16の等価回路における符号と一致する。本発明のスイッチ回路10のインダクタンス素子を構成する第二の伝送線路1d3、第一の伝送線路1P2は、第10層に形成されたグラウンド電極Gと第15層に形成されたグラウンド電極15とに挟まれた領域に、スイッチ回路10を構成する他の伝送線路1P1、1d2及びSPDTのスイッチ回路15を構成する伝送線路1g2、1g3とともに形成されている。第二の伝送線路1d3及び第一の伝送線路1P2を構成する電極パターンは、それぞれ第12層から第14層に形成され、ビアホール（図中、黒丸で表示）を介して接続される。各伝送線路は互いが積層方向に重ならないように水平方向の別領域に形成する。このような構成により、他の回路素子を構成する電極パターンや各伝送線路間の互いの干渉を防ぎ、アイソレーション特性を向上させている。

【0050】

第二の伝送線路1d3を構成する電極パターンを第一の伝送線路1P2を構成する電極パターンより幅広くして、第二の伝送線路1d3の特性インピーダンスを第一の伝送線路1P2の特性インピーダンスより低くすることにより、第一のスイッチ部100と第二のスイッチ部105とを積層一体化する際のインピーダンス整合を行う。本実施例では第二の伝送線路1d3の幅を0.25mm（第一の伝送線路1P2の幅の約2倍）としている。

【0051】

第四のスイッチング素子であるダイオードDD2とグラウンド間に配置する第一のキャパシタンス素子cd4は、第10層に形成されたグラウンド電極Gの上部で、第8層に形成されたグラウンド電極Gと対向する第7層に形成されたコンデンサ電極により形成されている。前記コンデンサ電極は干渉を防ぐように他の電極パターン（特にコンデンサ電極パターン）と重ならないようにするのが好ましい。しかしながら多層基板に複合化する場合、コンデンサ電極を他の電極パターンと重ならないようにするのが困難なことが多い。そこで本実施例では、他の電極パターン（第3層に形成したコントロール端子VC2との接続線路、受信端子RX1との接続線路）と少なくとも100μm積層方向に離間させることにより、干渉を防いでいる。また第二のスイッチ部105の第二のキャパシタンス素子CP1も同様に構成し、前記第一のキャパシタンス素子cd4と同一層で、第8層のグラウンド層Gを共用するようにした。このような構成にすることで、アイソレーション特性及び挿入損失特性に優れた複合高周波部品を得ることができた。

【0052】

〔6〕 第六の実施例

第六の実施例では、図11に示す3つの通信システムを扱う高周波回路において、本発明のスイッチ回路10は分波回路300及びフィルタ回路120、125、130、140と多層基板に複合化されて、複合高周波部品（マルチバンドアンテナスイッチモジュール）を構成している。図17は複合高周波部品の平面図であり、図18は複合高周波部品の多層基板部分を示す斜視図であり、図19は図18の多層基板を構成する各層の構成を示す展開図であり、図20は複合高周波部品の等価回路図である。

本実施例では、第12層に形成されたグラウンド電極Gと第5層に形成されたグラウンド電極Gとに挟まれた領域に第二の伝送線路1d3が形成されており、かつ第5層に形成されたグラウンド電極Gのうち第二の伝送線路1d3と重なる部分が切り抜かれているために、第二の伝送線路1d3の特性インピーダンスは、前記グラウンド電極Gを切り抜かない場合と比べて高くなり、第一のスイッチ部100と第二のスイッチ部105とを積層一体化する際のインピーダンス整合が得られる。また第二の伝送線路1d3を構成するために第8層

10

20

30

40

50

に形成された電極パターンは、他の回路素子を構成する電極パターンと積層方向に重ならないようにしてある。本実施例においては、第2層に形成された接続線路と少なくとも100 $\mu$ m以上離間しており、干渉を防いでいる。

【0053】

さらに第四のスイッチング素子であるダイオードDD2とグランド間に配置された第一のキャパシタンス素子cd4は、第4層に形成したコンデンサ用電極パターンで形成されており、第5層に形成されたグランド電極Gと第3層に形成されたグランド電極Gとで挟まれた領域内にある。このような構成により、第2層の接続線路との干渉が防がれる。本実施例により、アイソレーション特性、挿入損失特性に優れた複合高周波部品が得られる。

【0054】

本発明のスイッチ回路を詳細に説明したが、これらに限定されるものではなく、本発明の思想を逸脱しない限り種々の変更をすることができ。また本発明のスイッチ回路に使用する通信方式も上記実施例に示したものに限りられず、送信周波数と受信周波数の一部が重複する異なる通信システム[例えばGSM 850(送信周波数 824MHz $\pm$ ~849MHz、受信周波数 869MHz $\pm$ ~894MHz)及びEGSM(送信周波数 880MHz $\pm$ ~915MHz、受信周波数 925MHz $\pm$ ~960MHz)]の組合せの場合にも適用可能であり、例えば図12に示す4つの異なる通信システムを扱う高周波回路ブロックにも適用できる。

【0055】

【発明の効果】

本発明によれば、複数のシステムの送信回路と受信回路の切り換えが可能なスイッチ回路において、送受信信号の一部が重複する通信システムを取り扱う場合に、送信信号の受信回路への漏洩が極めて小さい(アイソレーションが著しく大きい)スイッチ回路とこれを用いた複合高周波部品を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるスイッチ回路を有する高周波回路を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施例によるスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図3】本発明の他の実施例によるスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図4】本発明の他の実施例によるスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図5】本発明の他の実施例によるスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図6】本発明の一実施例によるスイッチ回路のGSM 1800/GSM 1900 TXモードにおけるTX1及びTX2とRX1との間のアイソレーション特性を示すグラフである。

【図7】比較例のスイッチ回路のGSM 1800/GSM 1900 TXモードにおけるTX1及びTX2とRX1との間のアイソレーション特性を示すグラフである。

【図8】本発明の他の実施例によるスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図9】本発明の他の実施例によるスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図10】本発明の他の実施例によるスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図11】本発明の一実施例によるスイッチ回路を有する高周波回路の他の例を示すブロック図である。

【図12】本発明の一実施例によるスイッチ回路を有する高周波回路の他のブロック図である。

【図13】本発明の一実施例によるスイッチ回路を有する複合高周波部品の平面図である。

【図14】図13の複合高周波部品に用いる多層基板を示す斜視図である。

【図15】図13の複合高周波部品に用いる多層基板の積層構造を示す分解平面図である。

【図16】図13の複合高周波部品の等価回路を示す図である。

【図17】本発明の一実施例によるスイッチ回路を有する他の複合高周波部品を示す平面

10

20

30

40

50

図である。

【図 18】図 17 の複合高周波部品に用いる多層基板を示す斜視図である。

【図 19】図 17 の複合高周波部品に用いる多層基板の積層構造を示す分解平面図である

【図 20】図 17 の複合高周波部品の等価回路を示す図である。

【図 21】従来のスイッチ回路の等価回路を示す図である。

【符号の説明】

## 10 スイッチ回路

100 第一のスイッチ部

105 第二のスイッチ部

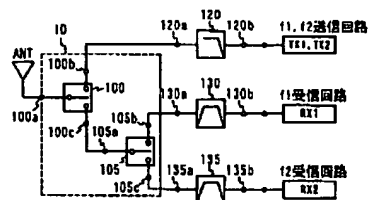
120, 125 ローパスフィルタ回路

130, 135, 140, 145 バンドパスフィルタ回路

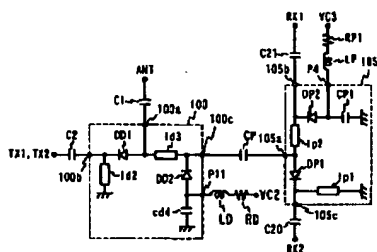
### 300 分波回路

10

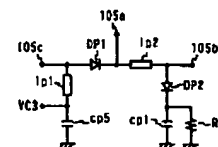
【 例 1 】



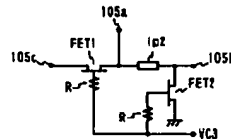
【 2 】



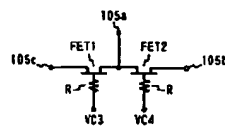
【 例 3 】



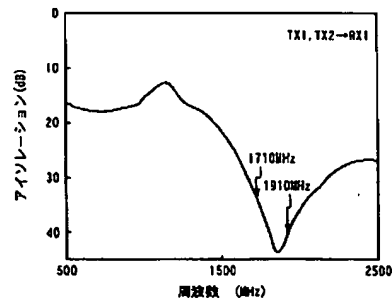
【图 4】



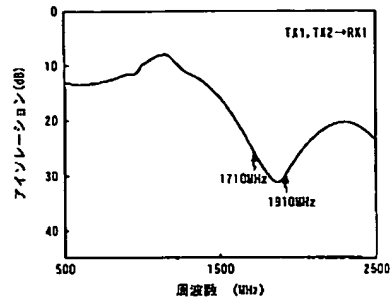
【 例 5 】



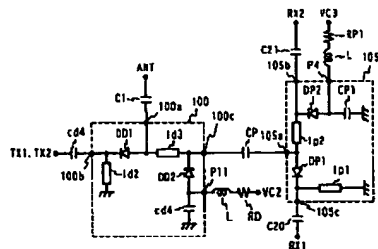
【圖 6】



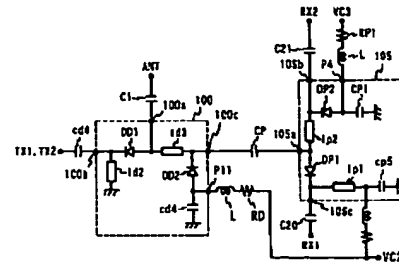
【図 7】



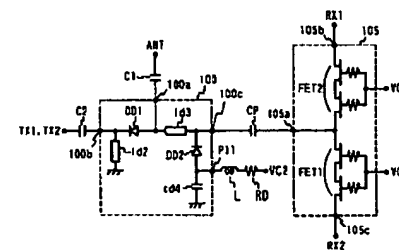
【図 8】



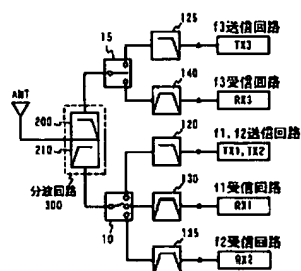
【図 9】



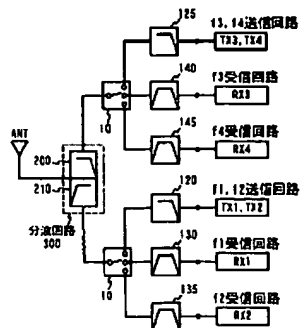
【図 10】



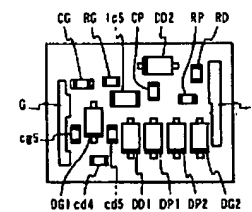
【図 11】



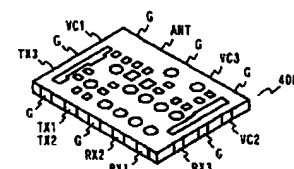
【図 12】



【図 13】



【図 14】





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5J012 BA03 BA04

5K011 DA22 DA25 EA06 FA01 JA01 KA05